芸術衛星用ミッションOBCモジュールの性能試験

久保田 晃弘* 田中利樹† 中澤賢人‡

2012年10月16日

概 要

2014年2月にH-IIAロケットで相乗り打上げ予定のCubeSat芸術衛星「INVADER」において、その主目的である芸術ミッションを実行するためのミッションOBCの性能試験と作品制作のためのデータ収集を大気球を用いて行いたい。このミッションOBCはCubeSat用のモジュールとしてだけでなく、単独でパッケージ化することで、汎用のテレ・クリエーション(遠隔創造)モジュールへと発展させていく予定である。さらに、大気球実験によって取得されたさまざまなデータをARTSAT APIを通じて公開することで、衛星や気球からのデータを用いた芸術表現の可能性を、オープンに探求する場を提供する。

1 衛星芸術プロジェクト

「ARTSAT：衛星芸術プロジェクト」は、地球を周回する衛星を「宇宙と地上を結ぶメディア」であると捉え、そこからインタラクティブなメディアアート作品やサウンドアート作品など、さまざまな芸術作品の制作を展開していくプロジェクトである[1]。アートを出発点に、広く日用品やガジェットのデザイン展開からゲームやエンターテインメント活用まで、さまざまなプランを社会に提案・実践していくことを企画している。

プロジェクトは、多摩美術大学と東京大学のコラボレーションを軸としたチームによって進められており、「衛星から得られるデータを活用した(衛星)芸術作品や関連プロダクトのデザイン」と「芸術作品に利用することを主目的とした専用(芸術)衛星の打ち上げ」の2つの大きなテーマから構成されている。芸術衛星の開発主体を東京大学チームが担当し、衛星からのデータを活用した作品制作や、地上局の運用やデータ配信を多摩美術大学チームが担当している。両大学のチーム共に、学部、学科や学年の枠を超えた学際的なメンバーで構成され、さらに多摩美術大学では、PBL(課題解決型授業)科目などを通じて、衛星芸術のミッションを美術大学の文化の中でも展開している。

2011年12月、JAXAが提供する、H-IIAロケットに相乗りする小型副衛星として、ARTSATプロジェクトが提案した世界初の芸術衛星「ARTSAT1: INVADER[2]」が選定された。INVADERは、一辺が10cm立方、重量1.5kgの1U CubeSat規格の超小型衛星で、2014年2月に、高度407kmの円軌道、傾斜角65度の太陽非同期軌道に投入される予定である(図1)。

図1 芸術衛星INVADER

*多摩美術大学 美術学部 情報デザイン学科 メディア芸術コース
†東京大学 超小型衛星センター
‡ほどよし超小型衛星プロジェクト

[1] http://artsat.jp

[2] INteractive Vehicle for Art and Design Experimental Research

2 INVADER のミッション OBC

芸術衛星 INVADER は、通常の CubeSat に搭載している OBC に加えて、芸術ミッションを実行するためのミッション OBC を搭載している (図 2)。
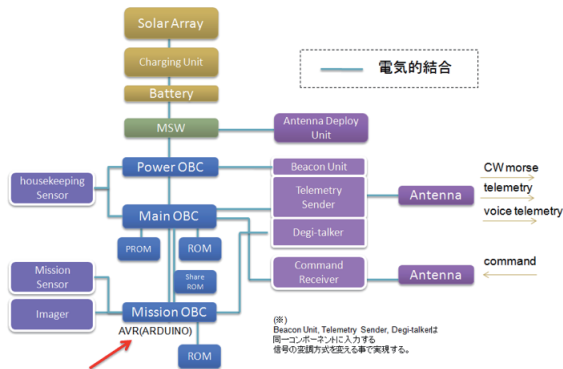
図 2 芸術衛星 INVADER のシステムダイアグラム

ミッション OBC のボードは、Arduino[3] という、2012 年春の時点で 100 万セットが販売されたオープンソースハードウェア互換のものとしている (図 3)。Arduino はアーティストやデザイナーのコミュニティーで、インタラクティブな作品を制作するためのデファクト・スタンダードのデバイスとして用いられており、そのため世界の多くの美術/デザイン系の大学で広く教育用、作品制作用に用いられている。ミッション OBC を Arduino 互換のものとすることで、衛星のミッション用プログラムの開発とそれを利用するための敷居を下げ、デザイナーやアーティスト、DIY ホビイスト等へと衛星ミッション開発者や利用者の裾野を拡げていく。2014 年 2 月の打ち上げを予定している INVADER は、2012 年 10 月現在、BBM の開発が終了し EM の開発が始められている。

3 計画の概要

芸術衛星 INVADER において、宇宙環境でデータを収集したり、自律的にアルゴリズムを実行することで、さまざまな表現を生成することをサポートするための

[3]http://www.arduino.cc/
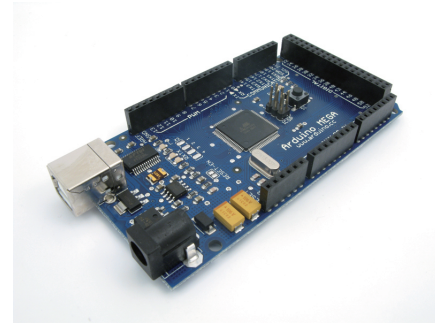
図 3 オープンソースハードウェア Arduino

ミッション OBC は、いわば地上のクリエイタの分身 (アバター) である。ミッション OBC に接続されたさまざまなセンサーからのデータは、表現を生成するための素材であり、そこにアルゴリズミックな操作を加えることで、アルゴリズム制作者独自の表現を生み出すことが可能になる。

こうしたアプローチは、今日のジェネレーティブ・アート (生成芸術) の方法論と重なる。ジェネレーティブ・アートとは、コンピュータソフトウェアのアルゴリズムや数学的/機械的/無作為的自律過程によってアルゴリズム的に生成・合成・構築される芸術作品のことを指し、70 年代のコンピュータ・アート、80 年代のインタラクティブ・アート、90 年代のメディア・アート、00 年代のソフトウエア・アートといった一連のディジタル・アートの流れ (歴史) 上に位置付けられる、今日の主要な芸術形式のひとつである[4]。

本実験では、現在芸術衛星 INVADER のミッション OBC ボードとして開発中のシステムを、スタンドアローンで動作するモジュールとしてパッケージ化し、それを気球に搭載し稼動させることで、空中におけるボードの機能確認と性能試験を行う。さらに、取得したデータを広く一般に公開することで、宇宙からのデータの芸術作品への活用方法をオープンに検討し、さまざまなクリエイターが、データを用いた衛星芸術作品の習作を制作することができる場を提供する。もちろん衛星と気球では、その軌道や高度が違うため、直接の代用にはならないが、逆に気球ならではの軌跡や高度を生かした、オリジナルな表現の制作が可能になる[5]。

[4]http://ja.wikipedia.org/wiki/ジェネレーティブアート
[5]それを広く「気球芸術」と呼ぶことも可能だろう。

4　モジュールの詳細

芸術衛星 INVADER における、現在開発中のミッション OBC ボード[6]の機能ブロック図を図 4、回路図を図 5 に示す。
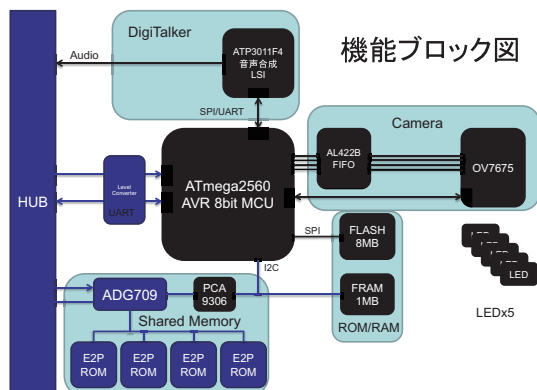
図 4 MORIKAWA の機能ブロック図
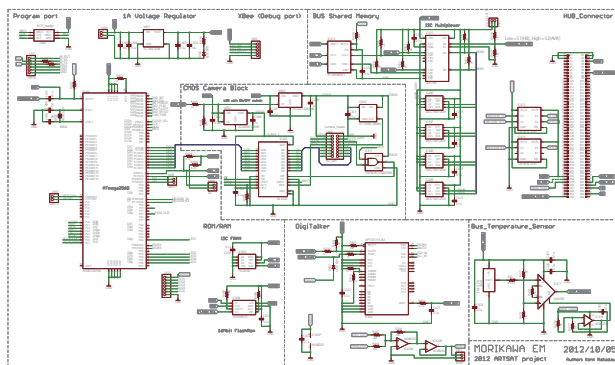
図 5 MORIKAWA の回路図

現在の MORIKAWA ボードは、芸術衛星 INVADER の一部として組み込むことを想定したデータ処理用基板であり、INVADER のメイン OBC に接続されたセンサー情報を、共有メモリーを介して取得している。本気球実験では、INVADER の MainOBC に、衛星の House Keeping データ取得用のセンサーに加えて、気圧計や GPS などを追加すると同時に、C&DH 系プログラムを気球のセンサーデータ取得に特化し、MORIKAWA に接続する。また、気球実験においてはモジュールを回収することが可能なため、衛星搭載機器の予行演習を行うだけでなく、取得したセンサーやボードの状態をメモリーカードに記録するデータロガー機能を付加することで、各種センサーの Raw データを回収できるようにする。加えて、ボードに搭載した音声合成 LSI(デジトーカー) を、気球に搭載された通信装置に接続することによるセンサーデータのリアルタイムモニター、および民生のアウトドア用小型カメラ[7]による撮影も試みる。通信の制約なく各種データを記録できることから得られる Raw データを解析することにより、軌道上から降ろすデータ量をどうサイジングするかという判断材料が得られることは、MORIKAWA に搭載するアルゴリズムを制作したり、衛星ミッションを考える上でも、非常に重要な資料となる。

ARTSAT プロジェクトでは、今回の大気球実験で用いるこの MORIKAWA ボードを出発点に、汎用の衛星 (遠隔) 芸術モジュールの開発を計画している。芸術衛星 INVADER は、それ自体がスタンドアローン型の衛星芸術ミッションデバイスであるが、並行してより大型の衛星や気球、あるいは自動車、自転車、電車などを含む日常生活のさまざまな場面、さらには海中ロボットのような ROV [8]に、この芸術ミッションパッケージを搭載することで、衛星芸術のコンセプトをより広い範囲に、応用・拡張し、汎用化していくことができる。極限環境のハードウェアに組み込んだり相乗りすることができる、オープンソースのアルゴリズミックなデータ処理ユニットの開発と他のハードウェアとの通信インターフェース (API) の実証は、そのための工学的な解を提供する。

5　実験内容

実験は、データーロガー機能を付加した MORIKAWA ボードおよび、本実験のために改修をほどこしたメイン OBC+センサ系システムを気球に搭載することで、芸術衛星 INVADER の模擬テストを行うと同時に、気

[6]開発コード名は「MORIKAWA」。本郷の老舗「食堂もり川」の名に由来している。

[7]GoPro HD HERO2 <http://gopro-nippon.com/product/hd2_surf/index.html>

[8]Remotely Operated Vehicle, 遠隔操作無人探査機

球の上昇、滞空、下降時における各種センサーの Raw データを、搭載モジュールを用いて記録回収することを第一の目的とする。将来的には、大気球のセンサデータを直接取得し、各種アプリケーションが実行できるシステムとなると理想的である。

飛行高度は実際の衛星の軌道高度に少しでも近づけるため、なるべく高い (30km 以上) 方が良いが、低高度であってもそこで取得されたデータは、後述の実験後の展開においては、貴重なデータとなる。滞空時間についても、特に制約はないが、実験データの作品の応用のためには、さまざまな高度や滞空時間、軌跡など、複数の時期、時間による実験が行えることが望ましい。

なおモジュールが回収不可能の場合も考慮して、実験の実施までに、トランシーバのような簡易な通信システムを用いたデータのダウンリンクシステムの併用を検討する。

6　実験後の展開

実験によって取得されたデータは、ARTSAT チーム内のみならず、データを広く公開することで、衛星や気球など、遠隔地からの生のセンサーデータを用いた芸術表現の可能性を、オープンに探求する場を提供する。データの配信には、ARTSAT のウェブサーバー上に構築している、ARTSAT API [9]を活用する (図 6)。なお、実験の開始前に、本ボードで稼動する Arduino プログラムのサンプルコードの配布、ライブラリの提供と取扱説明書の配布等も行い、実験データだけでなく、非専門家のクリエイター (アーティストやデザイナー) が、作品制作のためのデータ処理プログラムの開発に、オープンに参加できるような場をつくる。

さまざまなアーティストやデザイナーに、気球で取得されたデータを使ってもらうことで、衛星芸術のためのプロトタイピングを行うと同時に、衛星芸術プロジェクトの課題のひとつである、少ないデータを想像力で補完して豊かな表現を生みだすことに適したデータの種類、精度、サンプリング間隔といった「芸術表現に必要なデータの質」に対するコメントを得ることで、それを芸術衛星 INVADER と地上局のデザインにフィードバックさせる。

7　将来の展望

これまでにもスペースシャトルや ISS でいくつかの芸術利用テーマが行われてきたが[10]、実際に芸術家が宇宙飛行士として搭乗して、軌道上で芸術作品の制作を行うまでには至っていない。今回実験を行うミッション OBC は、芸術家の知覚を拡張する「テレ・パーセプション (遠隔知覚)」のためのものであるが、将来的には、地上のクリエイターが、自分の芸術作品の制作プロセス (アルゴリズム) をプログラム化し、それを遠隔実行することで作品制作を行う、汎用かつオープンな「テレ・クリエイション (遠隔創作)」ミッションへと発展させていきたい。そのモジュールを気球や地球の衛星軌道上のみならず、月面や地球外の惑星、さらにはヴォイジャーのような太陽系外にまで到達する無人探査機に搭載できるようなものにすることで、「宇宙の遠隔芸術家」による生成芸術作品の制作が可能になるだろう。

図 6 ARTSAT API <http://api.artsat.jp>

[9] http://api.artsat.jp 現在は INVADER のシミュレーションデータを試験的に配信中である。

[10] http://iss.jaxa.jp/utiliz/epo/